



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 55 102 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 04 B 1/40
H 04 B 1/04
H 04 L 27/06

21 Aktenzeichen: 197 55 102.5
22 Anmeldetag: 15. 12. 97
43 Offenlegungstag: 18. 6. 98

DE 197 55 102 A 1

66 Innere Priorität:
196 52 288. 9 16. 12. 96

71 Anmelder:
Eldat Gesellschaft für Elektronik und Datentechnik
mbH, 15711 Zeesen, DE

74 Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

72 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Konfigurierbares Hochfrequenzmodul

57 Die Erfindung betrifft eine elektronische Schaltung zum drahtlosen Senden und/oder Empfangen eines hochfrequenten Signals. Um eine elektronische Schaltung zu schaffen, die universell konfigurierbar und einsetzbar ist, ist empfangsseitig ein in seiner Frequenz programmierbarer Frequenzgenerator vorgesehen, der mindestens eine Mischerstufe umfaßt, wobei der digitale Eingang des Frequenzgenerators über einen DA-Wandler auf die mindestens eine Mischerstufe derart geführt ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators ein in seiner Frequenz programmierbares Referenzsignal zum Heruntermischen des empfangsseitigen Hochfrequenzsignals anliegt. Erfindungsgemäß kann der gleiche Frequenzgenerator sendeseitig auch zum Hochmischen eines digital modulierten Sendesignals verwendet werden.

DE 197 55 102 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektronische Schaltung zum drahtlosen Empfangen und/oder Senden eines hochfrequenten Signals.

Elektronische Schaltungen zum Senden und/oder Empfangen eines hochfrequenten Signals sind hinreichend bekannt. Beim Senden wird demnach ein Nutzsignal auf ein Trägersignal aufmoduliert und das dadurch gebildete hochfrequente Signal wird durch die Antenne einer Sendestufe abgestrahlt. Umgekehrt wird ein derartiges von einer Empfangsstufe aufgenommenes hochfrequentes Signal durch einen empfangsseitigen Mischer mit einem Referenzsignal auf ein durch einen Demodulator demodulierbares Zwischensignal heruntergemischt.

Ein Nachteil bekannter Sende- und Empfangsbaugruppen besteht darin, daß der Aufwand an diskreten Bauelementen beträchtlich ist und daß für jeden speziellen Anwendungsfall eine Anpassung an die jeweilige Trägerfrequenz erforderlich ist. Schließlich muß auch für jeden Anwendungsfall die Modulationsart, also beispielsweise Amplitudenmodulation oder Frequenzmodulation, festgelegt werden. Durch diese Umstände ist es bisher nicht möglich, ein universelles Sende- und/oder Empfangsmodul für verschiedene Anwendungsfälle vorzusehen.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine elektronische Schaltung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, die universell konfigurierbar und einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird empfangsseitig durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß ein in seiner Frequenz programmierbarer Frequenzgenerator vorgesehen ist, der mindestens eine Mischerstufe umfaßt, wobei der digitale Eingang des Frequenzgenerators über einen DA-Wandler auf die mindestens eine Mischerstufe derart geführt ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators das in seiner Referenzfrequenz programmierbare empfangsseitige Referenzsignal anliegt. Die Erfindung ermöglicht es auf diese Weise, das zum Heruntermischen erforderliche Referenzsignal in sehr feinen Frequenzinkrementen seitens des digitalen Frequenzgenerators einzustellen. Hiermit kann die Empfangsschaltung variabel an die jeweilige Trägerfrequenz des hochfrequenten Signals angepaßt werden, ohne daß noch eine zusätzliche Beschaltung von Bauelementen erforderlich wäre. Wird die Frequenzabstufung des digitalen Frequenzgenerators fein genug gewählt, können außerdem Toleranzen von Bauelementen der elektronischen Schaltung kompensiert werden. Schließlich ist es auch möglich, die Empfangsschaltung in einem Suchmodus, der ein hochfrequentes Signal nach einer unbekannten Trägerfrequenz absucht, zu betreiben.

Sendeseitig wird die obengenannte Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 9 gelöst, für die ebenfalls selbständiger Schutz beansprucht wird. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß eine digitale Modulationseinheit zur Erzeugung eines digitalen modulierten Frequenzsignals vorgesehen ist, wobei das modulierte digitale Frequenzsignal als Eingang eines Frequenzgenerators dient. Der Frequenzgenerator umfaßt mindestens eine Mischerstufe, wobei das modulierte digitale Frequenzsignal über einen DA-Wandler auf die mindestens eine Mischerstufe derart geführt ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators das in seiner Frequenz modulierbare sendeseitige Hochfrequenzsignal anliegt. Durch die digitale Modulationseinheit ist es möglich, die elektronische Schaltung in verschiedenen Modulationsarten zu betreiben, ohne daß noch eine zusätzliche Beschaltung von Bauelementen erforderlich wäre. Insbesondere ist es auch möglich, die Sendeschaltung in einem Sweep-Modus zu betreiben, der ein kontinuierliches Durch-

fahren eines bestimmten Frequenzbereichs ermöglicht.

Eine weitere Lösung der obengenannten Aufgabe, für die ebenfalls selbständiger Schutz beansprucht wird, besteht in den Merkmalen des Patentanspruchs 16. Die erfindungsgemäße Lösung besteht in einer Kombination aus einer elektronischen Schaltung zum drahtlosen Empfangen und zum drahtlosen Senden eines hochfrequenten Signals, wobei der Frequenzgenerator in dem konfigurierbaren Frequenzmodul derart verschaltet ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators das empfangsseitige Referenzsignal oder das sendeseitige Hochfrequenzsignal erzeugbar ist. Auf diese Weise entsteht ein kombiniertes Sende-/Empfangsmodul, dessen Frequenzgenerator konfigurierbar und sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig verwendbar ist. Da der Frequenzgenerator erfindungsgemäß im Empfängerbetrieb in sehr feinen Frequenzinkrementen abstufbar ist, kann dies sendeseitig dazu ausgenutzt werden, die Modulation des hochfrequenten Signals über denselben Frequenzgenerator auszuführen. Sämtliche Betriebsarten eines derartigen Sende-/Empfangsmoduls, wie z. B. Wahl der Sendefrequenz, der Empfangsfrequenz oder der Modulationsart, lassen sich damit über eine digitale Schnittstelle konfigurieren. Die hierdurch erweiterten Anwendungsmöglichkeiten ermöglichen es, ein Sende-/Empfangsmodul in hohen Stückzahlen und mit niedrigeren Kosten herzustellen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer elektronischen Schaltung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Frequenzgenerators mit zwei hintereinander geschalteten Mischerstufen zur Erzeugung eines sendeseitigen Hochfrequenzsignals oder zur Erzeugung eines empfangsseitigen Referenzsignals, und

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Sicherheitssystems als bevorzugte Anwendung eines universell konfigurierbaren Sende-/Empfangsmoduls.

Fig. 1 zeigt eine elektronische Schaltung mit einer kombinierten Sende- und Empfangsbaugruppe. Empfangsseitig wird das hochfrequente Signal an den symmetrischen Eingängen 1a und 1b einem rauscharmen Differenzverstärker 2 zugeführt. Der Verstärkungsfaktor des Verstärkers 2 kann beispielsweise durch einen digitalen Eingang verstellbar sein. Das Ausgangssignal 16 des Verstärkers 2 wird durch zwei Mischer 14, 14' mit einem komplexen Referenzsignal 3, 3' gemischt. Die Spiegelselektion des komplex gemischten Signals erfolgt durch ein Polyphasenfilter 4, dessen Ausgänge 5, 5' einem Addierer 6 zugeführt sind. Eine abschließende Filterung auf der Zwischenfrequenz erfolgt durch ein externes Filter 7. Das somit heruntergemischte Zwischensignal 8a, 8b wird durch einen Verstärker 9 verstärkt und durch einen AD-Wandler 10 in ein digitales Signal gewandelt. Der Verstärker 9 kann zusätzlich einen digitalen Eingang zur Verstellung des Verstärkungsfaktors aufweisen. Die Demodulation des Zwischensignals erfolgt sodann in einer digitalen Demodulationseinheit 11, so daß am Ausgang 12 das demodulierte Nutzsignal in digitaler Form vorliegt.

Die digitale Demodulation innerhalb der Demodulationseinheit 11 erfolgt durch Amplituden-Perioden-Detektion, digitale Filterung und digitale Vergleichung. Die digitale Demodulation erlaubt unterschiedliche Modulationsmodi bei unterschiedlichen Datenraten sowie unterschiedlichen Filterfrequenzen.

Im Sendebetrieb dient der Anschluß 12 dagegen als Eingang für ein digitales Nutzsignal, das zur Modulation des Nutzsignals herangezogen wird. Für die Modulation sind

die digitale Modulationseinheit 20, der Frequenzgenerator 39 und der D/A Mischer 25 zuständig. Die Modulation des Nutzsignals erfolgt zunächst in einer digitalen Modulationseinheit 20. Die digitale Modulationseinheit 20 erzeugt an ihrem Ausgang ein komplex moduliertes Signal mit den Signalkomponenten 21, 21', die in digitaler Form dem Frequenzgenerator 39 zugeführt werden. Der Frequenzgenerator 39 ist dabei identisch mit dem Frequenzgenerator zur Erzeugung des empfangsseitigen komplexen Referenzsignals 3, 3' und wird weiter unten in Fig. 2 näher beschrieben.

Die Frequenzmodulation ist digital realisiert, da der digitale Frequenzgenerator 39 gemäß Fig. 2 feine Frequenzerhöhungen erlaubt. Die Amplitudenmodulation wird dagegen über den DA-Mischer 25 realisiert.

In der digitalen Modulationseinheit 20 werden die digitalen Daten zunächst mit einer Tangens-Hyperbolicus-Übertragungsfunktion gefiltert, um Intersymbol-Interferenzen zu reduzieren. Bei der Frequenzmodulation modulieren die resultierenden digitalen Daten die Frequenz des Frequenzgenerators 39 mit den Signalkomponenten 21, 21' um einen programmierbaren Frequenzhub. Im Fall der Amplitudenmodulation wird das Ausgangssignal der Tangens-Hyperbolicus-Übertragungsfunktion, die in der digitalen Modulationseinheit implementiert ist, im D/A Mischer 25 mit den addierten Signalen 23, 24 multipliziert. In dieser Betriebsart erfolgt also keine Frequenzmodulation der Signale 23, 23'.

Das Ausgangssignal des D/A Mixers 25 wird in beiden Fällen an einen Leistungsverstärker 26 geleitet und über die Ausgänge 27a, 27b einer externen Antenne zugeführt. Die Leistungsstufe 26 weist dabei einen digitalen Eingang 29 zur Verstellung der Leistungsverstärkung auf.

Als weitere Komponenten ist ein Konfigurationsregister 30 sowie ein PLL-Interface 31 vorgesehen. Das PLL-Interface wird in Fig. 2 näher erläutert. Das Konfigurationsregister 30 ermöglicht es, das Sende- und Empfangsmodul in verschiedenen Betriebsarten und Übertragungsweisen zu konfigurieren. Zu den konfigurierbaren Betriebsarten gehören die Wahl verschiedener Modulationsarten, Frequenz- und Leistungseinstellungen und die Variation der Kanalraster, sowie Einstellung von Zeitkonstanten entsprechend der zu übertragenden Datenraten. Hierzu sind die digitalen Eingänge 19, 28, 29 mit dem Konfigurationsregister 30 programmierbar.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Frequenzgenerators 39 mit zwei hintereinander geschalteten Mischerstufen zur Erzeugung des komplexen Referenzsignals 3, 3' im Empfangszweig und zur Erzeugung des hochfrequenten Signals 23, 23' im Sendezweig gemäß Fig. 1.

Die interne PLL-Frequenz-Generierung basiert auf zwei analogen I/Q-Oszillatoren 50, 60 und einem Direkt-Digital-Synthese I/Q-Oszillator 40. Um harmonische Frequenz-Störkomponenten, die durch nichtideale I/Q-Oszillatoren entstehen, zu unterdrücken, erfolgt die Einseitenbandabmischung in der geschlossenen PLL-Schleife, so daß die entstandenen Störungen außerhalb der PLL-Bandbreite liegen.

Über einen DA-Wandler 42 wird aus dem digitalen Eingangssignal 41 ein analoges Signal 43 erzeugt, das einem Mischer 51 zugeführt wird. Der Mischer 51 befindet sich innerhalb einer PLL-Regelschleife, so daß das Signal 43 hochgemischt und gleichzeitig von störenden Frequenzanteilen befreit wird. Die PLL-Regelschleife weist in an sich bekannter Weise einen Frequenzteiler 53, einen Phasendetektor 54, einen Verstärker 55 sowie einen kontrollierbaren Oszillator 56 auf. Über die Anschlüsse 57a, 57b kann der Verstärker 55 extern beschaltet werden, wodurch das Regelverhalten der PLL-Regelschleife beeinflussbar ist. Der Frequenzteiler 53 läßt sich in seinem Teilungsfaktor digital programmieren, so daß das Ausgangssignal 58 der ersten Mi-

schersstufe 50 in seiner Frequenz zum einen von dem Teilungsfaktor des Frequenzteilers 53 und zum anderen von der gelieferten Frequenz des Digitalteils 40 abhängt. Das Ausgangssignal 58 wird sodann einer zweiten Mischersstufe 60 zugeführt, die in ihrem Aufbau im wesentlichen der Mischersstufe 50 gleicht. Demnach erfolgt eine weitere Mischung des Signals 58 durch den Mischer 61 innerhalb der durch die Komponenten 62 bis 66 gebildeten PLL-Regelschleife. Der Frequenzteiler 63 hat allerdings einen konstanten Teilungsfaktor, so daß die zweite Mischersstufe 60 keine weitere Feinstufung der Frequenzschritte, dafür aber das Hochmischen auf die gewünschte Trägerfrequenz bzw. die Referenzfrequenz ermöglicht. Ausgangssignal der zweiten Mischersstufe 60 ist das komplexe Hochfrequenzsignal 68, 68', das gemäß Fig. 1 empfangsseitig zum einen als Signal 3, 3' oder sendeseitig zum anderen als Signal 23, 23' weitergeführt werden kann.

Fig. 3 zeigt ein Anwendungsbeispiel für ein universell konfigurierbares Sende- und Empfangsmodul gemäß Fig. 1 und Fig. 2. Hierbei wird das Sende-/Empfangsmodul innerhalb eines Sicherheitssystems 70 eingesetzt, das z. B. zur Überwachung von Gebäuden dienen kann. Eine Verkabelung dieses Sicherheitssystems ist nicht erforderlich, da sämtliche Komponenten drahtlos miteinander kommunizieren. Zur Steuerung des gesamten Sicherheitssystems ist eine Zentrale 71 vorgesehen, die gegebenenfalls eine externe Schnittstelle 74 aufweist, wie z. B. eine Alarmsirene, eine Telefonleitung zu einer Alarmzentrale usw. Zur Erfassung des Eindringens unbefugter Personen sind im Gebäude verteilt verschiedene Sensoren und Stellglieder 73 vorgesehen. Hierbei kommen beispielsweise Öffnungsschalter, Bewegungsmelder oder Erschütterungsdetektoren in Betracht. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Einheiten kann jeweils durch ein baugleiches Sende-/Empfangsmodul 72 mit einer Antenne 75 erfolgen, da die Schnittstellen sowohl zu der Zentrale 71 als auch zu den Sensoren und Stellgliedern 73 jeweils gleich ausgelegt sind. Durch die universelle Konfigurierbarkeit der Sende-/Empfangsmodule besteht insbesondere auch die Möglichkeit, einer gezielten Störung der Funkverbindung seitens Dritter durch einen ständigen Wechsel von Sende- und Empfangsfrequenz vorzubeugen. Außerdem ist es leicht möglich, eine Statusabfrage aller Sensoren und Stellglieder 73 seitens der Zentrale 71 durchzuführen.

Patentansprüche

1. Elektronische Schaltung zum drahtlosen Empfangen eines hochfrequenten Signals, mit einem empfangsseitigen Mischer (14, 14'), der das empfangene hochfrequente Signal (16) mit einem empfangsseitigen Referenzsignal (3, 3') auf ein durch einen Demodulator demodulierbares Zwischensignal (5, 5') heruntermischt, und mit einem in seiner Frequenz programmierbaren Frequenzgenerator (39), der mindestens eine Mischersstufe (50, 60) umfaßt, wobei der digitale Eingang (41, 41') des Frequenzgenerators (39) über einen DA-Wandler (42, 42') auf die mindestens eine Mischersstufe (50, 60) derart geführt ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators (39) das in seiner Frequenz programmierbare empfangsseitige Referenzsignal (3, 3') anliegt.
2. Elektronische Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Demodulator aus einer digitalen Demodulationseinheit (11) besteht, wobei das Zwischensignal (5, 5') über einen AD-Wandler (10) der digitalen Demodulationseinheit zuführbar ist.
3. Elektronische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, daß die digitale Demodulationseinheit (11) durch externe Programmierung in verschiedene Demodulationsarten schaltbar ist.

4. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Mischerstufe (50, 60) ein PLL-Filter aufweist, das den Ausgang der Mischerstufe stabilisiert.

5. Elektronische Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Mischerstufe aus zwei hintereinander geschalteten Mischerstufen besteht, wobei das PLL-Filter der ersten Mischerstufe (50) einen digital programmierbaren Frequenzteiler (53) derart aufweist, daß die Referenzfrequenz des empfangsseitigen Referenzsignals (3, 3') durch den Teilungsfaktor des programmierbaren Frequenzteilers verstellbar ist.

6. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß das empfangsseitige Referenzsignal (3, 3') ein aus einer In-Phase-Komponente (3) und einer Quadratur-Komponente (3') bestehendes komplexes Signal ist, das durch den Frequenzgenerator (39) durch zwei in fester Phasenbeziehung zueinander stehende Signale (41, 41') erzeugbar ist.

7. Elektronische Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in fester Phasenbeziehung zueinander stehenden Signale (41, 41') des Frequenzgenerators (39) ein Sinus- und ein Kosinus-Signal sind.

8. Elektronische Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Komponenten des mit dem komplexen empfangsseitigen Referenzsignals (3, 3') gemischten hochfrequenten Signals einem Polyphasenfilter (4) zuführbar sind.

9. Elektronische Schaltung zum drahtlosen Senden eines hochfrequenten Signals (23, 23')

mit einer digitalen Modulationseinheit (20) zur Erzeugung eines modulierten digitalen Frequenzsignals (21, 21') und

mit einem in seiner Frequenz programmierbaren Frequenzgenerator (39), der mindestens eine Mischerstufe (50, 60) umfaßt, wobei das modulierte digitale Frequenzsignal (21, 21') über einen DA-Wandler (42, 42') auf die mindestens eine Mischerstufe (50, 60) derart geführt ist, daß am Ausgang des Frequenzgenerators (39) das in seiner Frequenz modulierbare sendeseitige Hochfrequenzsignal (23, 23') anliegt.

10. Elektrische Schaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die digitale Modulationseinheit durch externe Programmierung in verschiedene Demodulationsarten schaltbar ist.

11. Elektrische Schaltung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die digitale Modulationseinheit mit einer verschlüsselten Datenfolge programmierbar ist, die über den Frequenzgenerator (39) auf das sendeseitige Hochfrequenzsignal aufmodulierbar ist.

12. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 9-11, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Mischerstufe (50, 60) ein PLL-Filter aufweist, das den Ausgang der Mischerstufe stabilisiert.

13. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 9-12, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Mischerstufe aus zwei hintereinander geschalteten Mischerstufen besteht, wobei das PLL-Filter der ersten Mischerstufe (50) einen digital programmierbaren Frequenzteiler (53) derart aufweist, daß Frequenz des sendeseitigen Hochfrequenzsignals durch den Teilungsfaktor des programmierbaren Frequenzteilers verstellbar ist.

14. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 9-13, dadurch gekennzeichnet, daß das sendeseitige Hochfrequenzsignal (23, 23') ein auf einer In-Phase-Komponente (23) und einer Quadratur-Komponente (23') bestehendes komplexes Signal ist, das durch die digitale Modulationseinheit durch zwei in fester Phasenbeziehung zueinander stehende Signale (21, 21') erzeugbar ist.

15. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 9-14, dadurch gekennzeichnet, daß die in fester Phasenbeziehung zueinander stehenden Signale (21, 21') der digitalen Modulationseinheit ein Sinus- und ein Kosinus-Signal sind.

16. Konfigurierbares Frequenzmodul

mit einer elektronischen Schaltung zum drahtlosen Empfangen eines hochfrequenten Signals nach Anspruch 1 und

mit einer elektronischen Schaltung zum drahtlosen Senden eines hochfrequenten Signals nach Anspruch 9, wobei der Frequenzgenerator (39) in dem konfigurierbaren Frequenzmodul derart verschaltet ist, daß am Ausgang (68, 68') des Frequenzgenerators (39) das empfangsseitige Referenzsignal (3, 3') oder das sendeseitige Hochfrequenzsignal (23, 23') erzeugbar ist.

17. Konfigurierbares Frequenzmodul nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das konfigurierbare Frequenzmodul auf einem Halbleiterchip integriert ist.

18. Konfigurierbares Frequenzmodul nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die digitalen Komponente des konfigurierbaren Frequenzmoduls durch ein extern programmierbares Konfigurationsregister (30) konfigurierbar sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

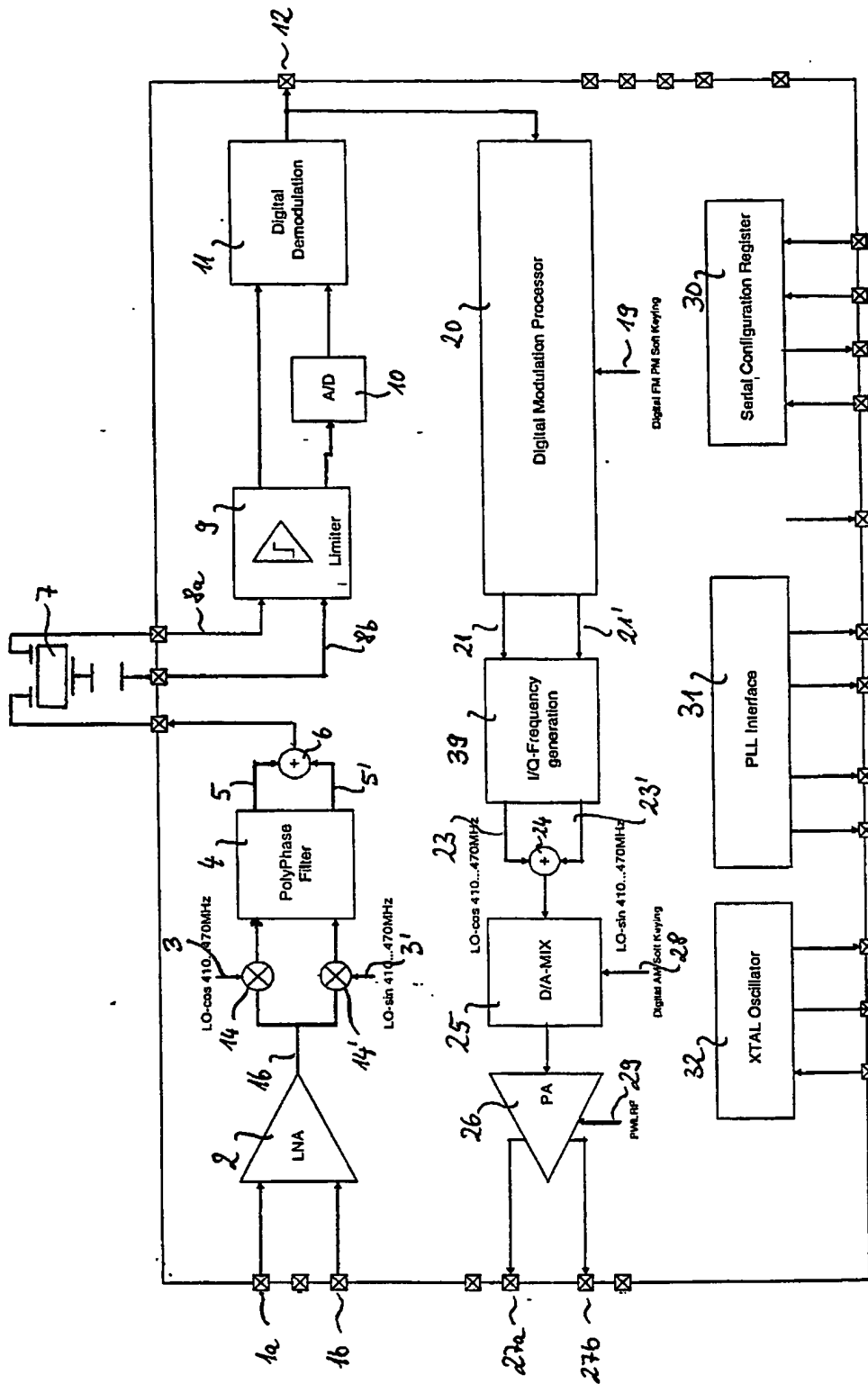


Fig. 1

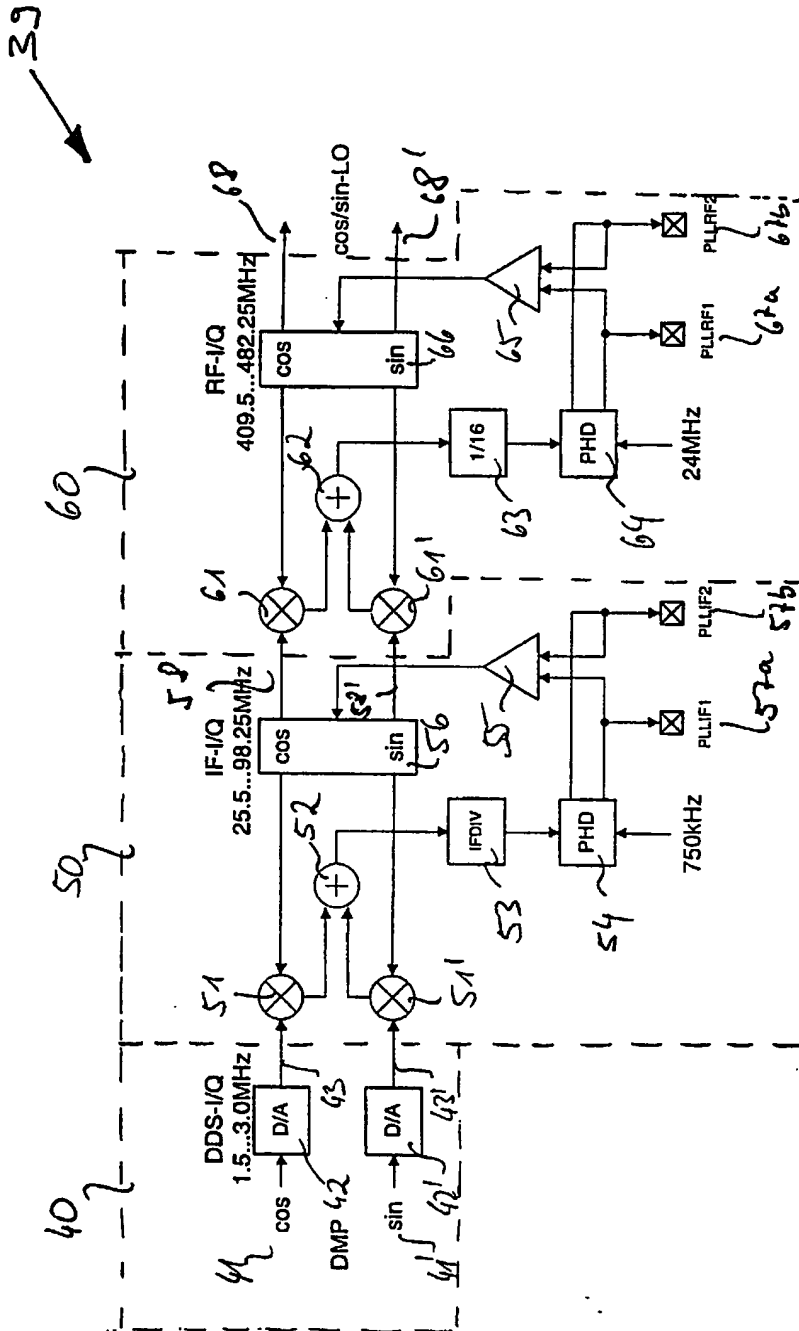


Fig. 2

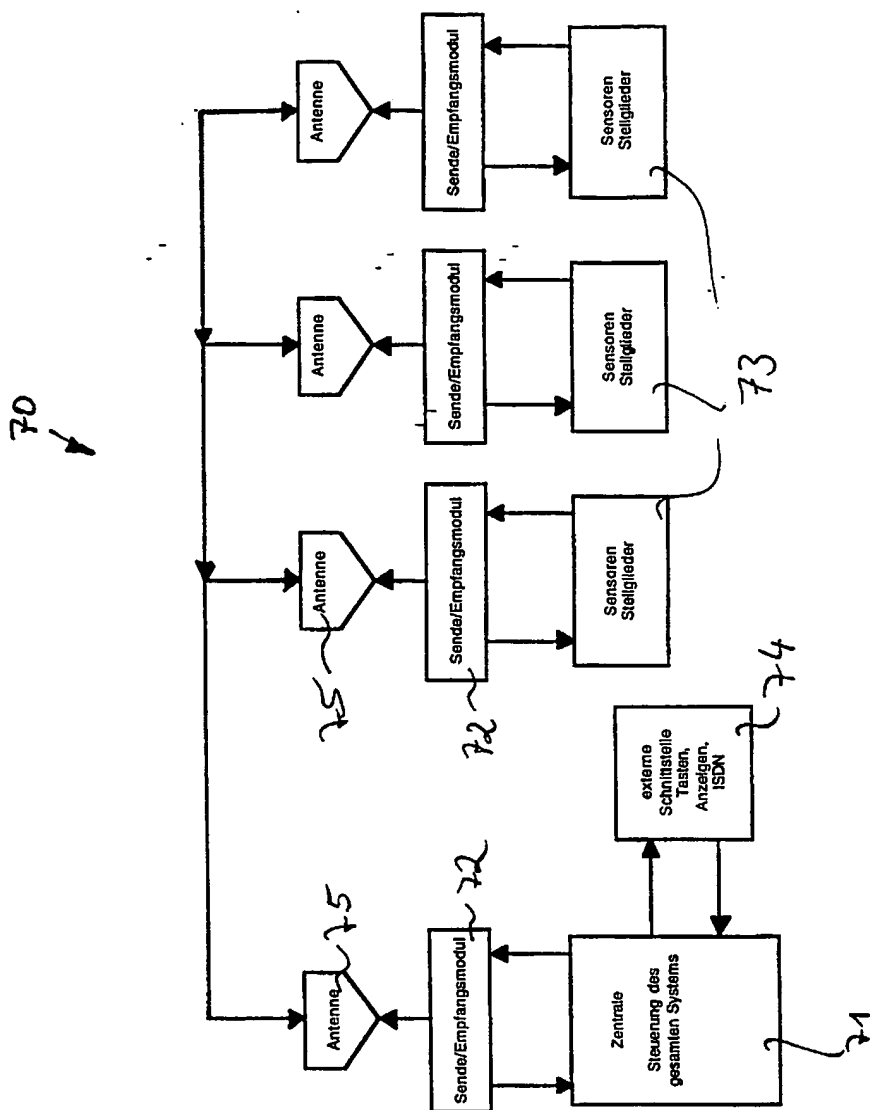


Fig. 3